

## VIII.

## Ein Beitrag zur Histologie der gewundenen Harnkanälchen.

(Aus dem Pathologischen Institut zu Berlin.)

Von Walther Kruse aus Berlin.

Im Jahre 1881 veröffentlichte Klein<sup>1)</sup> die Beobachtung, dass der an die Bowman'schen Kapseln sich anschliessende Theil der gewundenen Harnkanälchen bei Mäusen eine Auskleidung von Flimmerzellen trüge. 1883 erwähnten Marchand und Lebedeff<sup>2)</sup> einen eigenthümlichen gestrichelten Saum, den sie in den Tubulis contortis von Hunden gefunden hatten, welche mit chlorsaurem Kali vergiftet waren. Cornil und Brault<sup>3)</sup> sowie Langhans<sup>4)</sup> besprachen dann ähnliche Befunde beim Menschen. Auf der Naturforscherversammlung von Strassburg theilte Marchand<sup>5)</sup> seine Beobachtungen mit. Nach seiner Vermuthung besitzt das Epithel der gewundenen Harnkanälchen normaler Weise einen homogenen Saum, der unter gewissen Verhältnissen sich in einzelne Stäbchen gliedert. Etwa 1884 schon hatte Heidenhain<sup>6)</sup> in den Magendrüsen einen flimmerähnlichen Besatz gefunden, ein Befund, den Tornier<sup>6)</sup> weiter verfolgte. Nach diesem Autor ist der „Bürstensaum“ ein normales Attribut der Magendrüsenepithelien im Verdauungszustande und ebenfalls eine regelmässige Erscheinung in den gewundenen Harnkanälchen, die bei verschiedenen Amphibien und Reptilien, unter den Säugethieren beim Kaninchen constatirt wurde.

Ursprünglich ohne die sehr zerstreute Literatur zu kennen, habe ich eine Untersuchung über diese interessante Structur der

<sup>1)</sup> S. die Jahresberichte für 1881. Histologie der Drüsen.

<sup>2)</sup> Dieses Archiv Bd. 91.

<sup>3)</sup> Journal de l'anat. et de la physiol. XIX.

<sup>4)</sup> Dieses Archiv Bd. 99.

<sup>5)</sup> Tagebl. d. Naturforschervers. 1885.

<sup>6)</sup> Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XXVII.

Nierenepithelien begonnen und veröffentlichte die bisherigen Resultate derselben hier in Kürze. Nächste Veranlassung zu dieser Arbeit ist eine Beobachtung gewesen, die ich im Anfang dieses Jahres gemacht habe. Auf feinsten Schnitten einer gehärteten Niere präsentirten sich die gewundenen Harnkanälchen des gesammten Labyrinths in einem Zustand, der vollständig an das Bild von Flimmerepithelien erinnerte. Auf der gleichmässigen Zellschicht, die die Wand der Kanälchen auskleidete, sass ein Saum von feinen homogenen, deutlich zu isolirenden Stäbchen, die überall die gleiche Länge von etwa  $2\text{ }\mu$  hatten, in das Lumen frei hineinragten, von den Zellen sich aber durch einen scharfen, zart abgetheilten Contour abgrenzten. Die Zellen waren nicht von einander zu trennen, die Kerne lagen mehr nach dem Saum zu, als nach der Tunica propria, ihr Durchmesser variierte, einschliesslich des Stäbchenbesatzes, in den Extremen von  $7\text{ }\mu$  bis  $14\text{ }\mu$ ; die mittlere Breite der ganzen Kanälchen betrug 56 bis  $77\text{ }\mu$ . Alle Kanäle der Rinde, die man im engeren Sinn als gewundene bezeichnet, boten dieses Bild, die sog. Schweigger-Seydel'schen Schaltstücke dagegen zeigten die bekannten Epithelien mit hellem Zellkörper und scharfen gegen einander und gegen das Lumen sich markirenden Zellgrenzen. Die Kanälchen der Markstrahlen hatten, soweit ihre Epithelien denen des Labyrinths ähnelten, ebenfalls den Stäbchensaum.

Bis jetzt liegen mir vor 150 menschliche Nieren, die zum grössten Theil ohne Auswahl dem Sectionsmaterial entnommen wurden, und die Nieren von 10 verschiedenen Säugethierspecies, von denen jede in mehreren Exemplaren vertreten ist. Bei der Zartheit des Objects verstand es sich von selbst, dass die Schnitte möglichst fein sein mussten. Mit sehr wenigen Ausnahmen wurden daher die gehärteten Stückchen in Paraffin eingebettet und so Schnitte erzielt, die zwischen 0,005 und 0,01 mm dick waren. Die Fixirung wurde auf verschiedene Weise versucht: mit Osmiumsäure, Osmiumsäuregemischen, Müller'scher Flüssigkeit, Alkohol. Am besten hat sich das von Fol angegebene Chrom-Osmiumessigsäuregemisch bewährt<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> 25 Volumtheile 1prozentiger Chromsäure, 5 Theile 2prozentiger Essigsäure, 2 Theile 1prozentiger Osmiumsäure, 68 Theile Wasser.

Die Schnitte wurden meist mit Hämatoxylin und Eosin gefärbt und mit Immersionslinse durchmustert. Aber auch die frische Untersuchung wurde nicht versäumt, und es ist mir in sehr zahlreichen Fällen gelungen, sowohl an isolirten Zellen als auch in Schnitten den Bürstenbesatz frisch zu demonstrieren und der Einwirkung von Reagentien auszusetzen.

Frisch erscheint der Saum gegenüber der granulirten Zelle zwar ausserordentlich durchsichtig und nur dem darauf eingebüten Auge sofort deutlich, man hat dafür aber auch die Gewähr, in keiner Beziehung Kunstproducte vor sich zu haben. Hervorheben möchte ich hier besonders, dass man der Regel nach nicht nur einen gestrichelten Saum, sondern einen wirklichen Härchenbesatz zu sehen bekommt. Active Bewegungserscheinungen konnte ich weder durch Reagentien noch durch Erwärmung hervorrufen. Weniger, als man a priori bei der Zartheit unseres Objects voraussetzen sollte, kommt die Zeit in Betracht, die seit dem Tode des Individuums bis zum Zeitpunkt der Untersuchung verflossen ist. Ich habe reichliche Gelegenheit gehabt, noch ganz warme Nieren zu untersuchen. Das frische Bild wird kaum durch 24 oder 48 Stunden längeren Liegens alterirt. Es scheint mir allerdings, dass die Wirkungsweise der Härtungsflüssigkeiten durch das Alter, geschweige durch wirkliche Fäulniss des Präparats, eine Veränderung nach der ungünstigen Seite hin erfährt.

Unter den 150 menschlichen Nieren waren es 129, also 86 pCt., in denen die besprochene Structur in den gehärteten Präparaten deutlich nachgewiesen werden konnte; in den übrigen 21 Fällen fehlte sie, soweit die genaue Untersuchung einer grösseren Zahl von Schnitten das feststellen liess. Der Bezirk, innerhalb dessen der Bürstenbesatz erschien, war in keinem Falle grösser, als in unserm obigen Beispiel, d. h. er ging nie über den Bereich der Rinde hinaus. Die Verbreitung des Saumes in den einzelnen Fällen war dagegen innerhalb dieses Bezirks sehr verschieden. In etwa 50 pCt. unserer Fälle, in 74 Nieren, war er so häufig, kleidete so oft continuirlich das Lumen der Harnkanälchen aus, dass seine Constatirung kein Suchen erforderte. Darunter waren wieder 23 Fälle von ganz besonderer Schönheit, annähernd so, wie unser oben geschilderter erster Fall, nehmlich

4 Fälle von perniciöser Anämie — alle überhaupt beobachteten, 2 Fälle von Carcinom — von 6 beobachteten 1 Kinderatrophie, 1 Paralyse, 1 eitrige Arachnitis — von 4 Fällen 3 Pneumonien — von 13 untersuchten 1 Empyem — von 3 Fällen 1 Phthise — von 15 Fällen eine subacute Nephritis (Erkältung?), 1 Eklampsie — von 3 beobachteten 1 Herzfehler — von 6 Fällen 1 Typhus — von 5 Fällen 2 Scharlach — von 8 zu Gebote stehenden Fällen 1 Diphtherie — ebenfalls unter 8 beobachteten 1 Syphilis — unter 12 Fällen ein Fall, wo mir die Todesursache unbekannt ist. In mehr als einem Drittel unseres Materials, in 36 pCt., war der Bürstensaum nur vereinzelt zu finden, umgab auch nicht in continuirlichem Ringe das Lumen, so dass oft grosse Sorgfalt nötig war, um ihn überhaupt zu constatiren. In 21 Nieren konnte er gar nicht gefunden werden, und zwar waren das 1 Kalichloricumvergiftung, 1 Diabetes — unter 3 beobachteten Fällen, 1 Carcinom, 1 eitrige Arachnitis, 1 Hirnbruch, 1 Spina bifida, 2 Pneumonien, 1 Nephritis bei einem 1jährigen Kinde, 1 Schrumpfniere — von 5 Fällen, 1 Herzfehler, 1 Pericarditis, 2 Brechdurchfall von 5 der Untersuchung vorliegenden, 1 Puerperalfieber — von 6 beobachteten, 1 Diphtherie, 5 Syphilisfälle von 12 untersuchten.

Einige Regelmässigkeiten scheinen sich schon aus dieser Zusammenstellung zu ergeben, so vor allem das auffallende Verhältniss, dass alle beobachteten Fälle von perniciöser Anämie den Bürstensaum in grosser Vollendung zeigten. Dann wird es aber auch Niemand Wunder nehmen, dass eine so grosse Zahl von Syphilisfällen, die mit nur einer Ausnahme immer von Amyloid begleitet waren, ein negatives Resultat ergaben. Die Epithelien waren hier, ebenso wie bei der Intoxication mit chlorsaurem Kali, in einem ganz desperaten Zustand. Bemerken will ich namentlich, dass dieser letzte Fall gegenüber der in der Einleitung erwähnten positiven Beobachtung absolut keine Bedeutung hat, da mindestens 24 Stunden seit dem Tode des Vergifteten verflossen waren, ehe die Niere fixirt werden konnte, also eine förmliche künstliche Maceration stattgefunden haben musste.

Besseren Aufschluss über die hier in Betracht kommenden Verhältnisse gewinnen wir durch die histologische Untersuchung

der Epithelien. Die Zellen bekleideten, um zuerst von der äusseren Form zu reden, die Wand der gewundenen Harnkanälchen entweder in continuirlichem Ring, oder waren desquamirt und zwar bald im geschlossenen Complex, bald als vereinzelte Zellen. War eine continuirliche Zelllage vorhanden, so war die Dicke der Protoplasmaschicht entweder überall auf dem Durchschnitt constant, oder dieselbe zeigte bald leichte wellige Erhebungen, bald hohe kuppenförmige Anschwellungen, die in der Gegend des Kerns sassen.

Die Zellgrenzen waren im ersten Fall regelmässig nicht, konnten dagegen im zweiten Fall ausgesprochen sein. Es macht dann den Eindruck, als ob die kuppenförmige Verdickung der Zellsubstanz schliesslich soweit führt, dass die Thäler sich zu vollkommenen Spalten zwischen den Zellen vertiefen, ein Bild, das man ja öfters zu sehen bekommt. In sehr seltenen Fällen habe ich auch da, wo das Niveau der Zellen nicht erheblich differirte, die Zellen deutlich von einander getrennt gefunden. Die absolute Dicke der Zellen ist sehr wesentlichen Schwankungen ausgesetzt. Es giebt Kanälchen, die, ohne erweitert oder von einem Cylinder erfüllt zu sein, einen nur  $2-3\text{ }\mu$  dicken Zellbesatz tragen, in dem noch die stark abgeplatteten Kerne sichtbar sind. Der Bürstenbesatz findet sich als continuirlicher Ring der Regel nach nur an Epithelien, die eine ebenmässige oder höchstens leicht wellige Oberfläche haben, und deren Durchmesser incl. Saum in den Grenzen von  $7-15\text{ }\mu$  schwankt, gewöhnlich sich in der Mitte hält. Wo die Kanälchen ein dickeres, aber auch gleichmässiges Epithel tragen, — ein selteneres Vorkommniss —, ist der Härchensaum nicht zu finden; in solchen mit kuppenförmigen Zellen lässt er sich dagegen oft mit Sicherheit in den Buchtens zwischen den Kuppen demonstrieren. Wenn die Kuppen ganz steil sind, berühren sich manchmal die Bürsten mit ihren freien Enden, ohne übrigens in einander zu greifen. Wo die Bekleidung der Kanälchen niedriger ist als  $7\text{ }\mu$ , dürfte der Saum wohl nur ausnahmsweise gefunden werden; freilich glaube ich ihn wenigstens andeutungsweise in den zwischen den Kernen gelegenen Theilen der Zellen auch an viel niedrigeren Epithelien gesehen zu haben.

In unsren 23 besten Fällen bot das Epithel in der Weise ein typisches Bild, dass fast alle gewundenen Harnkanälchen (und die ähnlichen in den Markstrahlen) eine Zellauskleidung von der postulirten Form, die Zellen ihrerseits einen continuirlichen Bürstenbesatz trugen. Die umgekehrte These lässt sich freilich nicht aufstellen, dass wir überall da, wo das Epithel unserer Anforderung entspricht, auch einen Stäbchensaum finden. So konnte ich denselben zwar noch ziemlich häufig in folgenden 11 Fällen constatiren: 1 Magenkrebs, 2 Granularatrophien, 1 Nephritis acuta bei einem Neugebornen mit sehr starker Verfettung, 1 Brechdurchfall, 1 Kinderatrophie, 2 Diphtherien, 1 Phlegmone, 2 syphilitische Nephritiden.

Dagegen war der Bürstenbesatz sehr spärlich, und in drei Fällen sogar überhaupt nicht zu constatiren: bei 1 Fall von Spina bifida, 3 Brechdurchfällen, 2 Granularatrophien, 1 Amyloid in Folge von Syphilis. Wenn hier mehrere Fälle von Amyloid und Schrumpfniere als unseren Anforderungen in Bezug auf das Verhalten des Epithels genügend erwähnt wurden, so geschah das nur in Rücksicht auf diejenigen Kanälchen, die überhaupt noch ein Lumen boten.

In ziemlich zahlreichen Fällen konnte ein Bürstenbesatz in grosser Verbreitung nachgewiesen werden, daneben aber auch Kanälchen, die ein exquisit kuppenförmiges Epithel besassen und deswegen den Besatz mehr oder weniger entbehrten. Es waren dies namentlich Fälle parenchymatöser Nephritis bei Typhus, Pneumonie, Phthise, Phlegmone, Arachnitis, Stauungen u. s. w., die oft recht schwer waren. Manchmal liess sich vielleicht ein allmählicher Uebergang von dem einen Zustand des Epithels in den andern annehmen; in andern Fällen erweckte der Umstand, dass die Kanäle mit Stäbchensaum oft einen sehr reichlichen Inhalt von bald mehr grobkörnigem, bald mehr scholligem Aussehen enthielten, ferner eine öfters sichtbare theils homogene, theils streifige Umwandlung der Zellenkuppen unwillkürlich die Vermuthung, dass die bürstenträgenden Epithelien durch eine Ablösung des prominirenden Zelltheiles aus den kuppenförmigen hervorgegangen sein möchten.

In einer weiteren Reihe waren die Zellen fast stets in kuppenförmigem Zustand und zeigten nur an vereinzelten Stellen

und auch dann nicht auf der Höhe der Kuppen oder überhaupt nicht einen Stäbchenbesatz. Dazu gehören Fälle von mehr oder weniger, manchmal freilich kaum ausgesprochener parenchymatöser Trübung, wie Typhus, Erysipel, Scharlach, Masern, Diphtherie, Phthise, Leukämie, Diabetes, vor allen Dingen alle mir vorgekommenen Puerperalfälle (6).

An Zellen, die einzeln desquamirt im Lumen liegen, ist wohl kaum je ein Bürstenbesatz zu finden, anders wenn die Zellen in continuo abgelöst sind. Hier habe ich ausnahmsweise (Schrumpfnieren), auch da wo die ineinander geschobenen Epithelialschläuche es wahrscheinlich machten, dass die Ablösung schon während des Lebens vor sich gegangen, continuirliche Stäbchensäume gefunden.

In welcher Verbindung steht die Beschaffenheit der Zellsubstanz selber mit dem Vorkommen von Bürstenbesätzen? Die Heidenhain'sche Strichelung habe ich oft genug neben den ersteren gefunden und wahrscheinlich dürfte sie, vorausgesetzt dass man über frisches Material verfügt, immer nachzuweisen sein. Sehr interessant, darauf möchte ich gegenüber der negativen Behauptung Torniers<sup>1)</sup> Gewicht legen, ist der continuirliche Zusammenhang, in welchem beide Structur-elemente mit einander zu stehen scheinen. Die Heidenhain'schen Stäbchen gehen bis dicht an den dunklen gestrichelten Contour, durch den die Bürstenhaare von der Zelle geschieden werden, heran und vielleicht in letztere über. Was die feineren pathologischen Veränderungen der Zellen betrifft, so haben wir da zuerst der Trübungen zu gedenken. Für das blosse Auge ist es oft recht schwer, den Grad der Trübung zu bestimmen. Die Blutfülle kann das Urtheil täuschen, bei Leukämie kann die veränderte Beschaffenheit des Blutes, ebenso wie Kernvermehrung bei interstitiellen Prozessen denselben Effect haben. Der Inhalt der Harnkanälchen, abgesehen vom Epithel, wird auch nicht gleichgültig sein, ebenso die Grösse des freien Lumens. Sehr wichtig ist ferner das Vorkommen diffuser Verfettungen sowohl in den Epithelien selbst, als auch im interstitiellen Ge-webe. Einen sicheren Maassstab kann nur die mikroskopische

<sup>1)</sup> a. a. O.

Untersuchung frischer Schnitte, und auch diese nur bei Voraussetzung unablässiger Uebung und Vergleichung, abgeben.

Trübung und Schwellung sind nur so auf ihre Componenten zurückzuführen. Es kann eine kuppenförmige Schwellung der einzelnen Zellen vorliegen, ohne dass daraus ohne weiteres eine wesentliche makroskopische Trübung entstände, weil die Kuppe ein oft sehr durchsichtiges Material darstellt. Umgekehrt kann die Zelle mehr gleichmässig oder kuppenförmig vergrössert, dabei aber nicht stärker als normal granulirt erscheinen. Dadurch gewinnt die Niere für das Auge ein opakeres Aussehen, obwohl man nicht von Trübung der Zellen reden darf.

Bei Festhaltung dieser Principien führen die Beobachtungen zu dem Schluss, dass das Vorkommen eines Bürstensaumes ebenso wenig an die einfache „Trübung“ der Zellen gebunden ist, als an die trübe Schwellung. Bei letzterer kommt er, wie bei jeder, ob gleichmässigen, ob kuppenförmigen Schwellung, nur unvollkommen vor, bei ersterer kann er vorkommen (Fall von Eklampsie). Wie mit der Trübung, verhält es sich mit der Verfettung. In einer ganzen Reihe unserer schönsten Fälle, z. B. gerade bei den perniciösen Anämien, war ein gewisser Grad von Verfettung zu constatiren. In einem Fall von Syphilis constitutionalis war die Verfettung sogar sehr weit vorgeschritten. Dem stehen aber Beobachtungen gegenüber, in denen trotz der grossartigsten Verbreitung des Bürstenbesatzes weder Trübung noch Verfettung gefunden wurde (Carcinom, Diphtherie, Scharlach).

Sind die Epithelien hydropisch geschwollen (Ziegler) oder nekrotisch, so ist von einem Stäbchenbesatz keine Rede. In einer infarctirten Niere, die an den gesunden Stellen ziemlich reichlich mit demselben versehen war, sah man nichts davon in den abgestorbenen Theilen.

Als wichtig zur Vervollständigung der histologischen Schildung dürfte noch die Breite der Harnkanälchen und die Beschaffenheit des Lumens bezw. seiner Ausfüllungsmasse, zu besprechen sein. Meine eigenen Messungen, die ich über das ganze, mir zu Gebote stehende Material ausgedehnt habe, stimmen nicht ganz mit denen Leichtenstern's<sup>1)</sup> überein. Während dieser Autor den Durchmesser eines normalen gewundenen

<sup>1)</sup> Berl. klin. Wochenschr. 1881. No. 24.

Harnkanälchens von  $49-79\text{ }\mu$  variiren lässt, muss ich die obere Grenze bis auf  $84\text{ }\mu$  hinaufrücken und das Mittel etwa auf  $70\text{ }\mu$  fixiren. Bei kleinen Kindern ergeben sich etwas kleinere Maasse. Meine Angaben stimmen gut mit denen Kölliker's überein, der die Dicke der gewundenen Kanälchen auf  $3,3''$  ansetzt. Vielleicht ergeben sich die Abweichungen aus der Verschiedenheit der Reagentien. Meine Messungen wurden an Präparaten aus Fölscher Lösung gemacht. Controlversuche ergaben, dass Alkohol und Müller'sche Flüssigkeit einen stark schrumpfenden Einfluss ausüben, der unter Umständen einen Fehler von 33 pCt. bedingt. Unter Zugrundelegung dieser Ziffern lässt sich constatiren, dass in unseren typischen Fällen mit reichlichem Bürstenbesatz im Grossen und Ganzen keine Abweichung im Durchmesser der gewundenen Harnkanälchen nach der einen oder anderen Seite zu Tage tritt. Oefters ist der Saum in continuo allerdings auch in erweiterten Kanälchen nachzuweisen, er wurde in einem Fall sogar in einer kleinen, mit dem typischen Epithel bekleideten Cyste von  $0,2$  Durchmesser gefunden (Granularatrophie). Uebrigens sind auch in Nieren mit ausgesprochenem kuppenförmigem Epithel Harnkanälchen von  $110\text{ }\mu$  keine Seltenheit (Fälle von makroskopischer und mikroskopischer trüber Schwellung).

Die bekannten Inhaltsmassen der Harnkanälchen, die bei den verschiedenen Härtungsmethoden etwas verschieden ausfallen, aber im Ganzen sich immer als netzförmig, körnig, kuglig oder schollig darstellen, kommen mit Ausnahme der eigentlichen Cylinder, sämmtlich in den mit Stäbchensaum gekrönten Epithelien vor, aber in sehr wechselnder Menge und Combination. In einzelnen Fällen drängt sich die Deutung auf, die wir oben versucht haben, dass die Bürstenzellen durch Verlust der Kuppen aus den kuppenförmigen Epithelien hervorgegangen seien, indem die Prominenzen allmählich homogen würden, an ihrer Basis eine Strichelung hervortreten liessen und in das Lumen hinein desquamirten. Dieser Vorgang könnte teleologisch als eine Befreiung der Zelle von überschüssigem Material aufgefasst werden. Es ist diese Hypothese übrigens nur eine neue Einkleidung einer der schon lange versuchten 3 Suppositionen über die Entstehung des Inhalts der Harnkanälchen, die auch nur für gewisse Fälle Geltung beanspruchen dürfte.

Nach einem etwaigen Zusammenhang einer grossen Verbreitung des Bürstensaums mit Veränderungen an den Kapseln und Glomerulis, sowie mit interstitiellen Affectionen wurde vergebens gesucht. Es wurden die verschiedensten Prozesse gefunden, aber durchaus ohne Constanz. Verhehlen will ich freilich nicht, dass mir trotz meines ziemlich beträchtlichen Materials und trotz grosser Feinheit der Schnitte, manche der von Langhans an den Capillaren des Glomerulus beschriebenen Zustände nicht zu Gesicht gekommen sind.

Meine Beobachtungen über andere Verhältnisse, wie den Blutgehalt des Organs, die Beschaffenheit und Menge des Urins, den allgemeinen Ernährungszustand des Körpers, die Temperatur während des Lebens gestatten mir bisher nicht, ein Urtheil über einen von diesen Factoren etwa geübten Einfluss zu präzisiren.

Indem ich mich zu den Thieruntersuchungen wende, kann ich die Angaben von Klein und Tornier einerseits bestätigen, andererseits durch neue an Ratten, Mäusen, Meerschweinchen, Schweinen, Schafen, Rindern, einem Reh, Pferden, Hunden und Affen gemachten Erfahrungen ergänzen. In den Nieren aller dieser Thiere sind normalerweise Bürstensäume zu finden, oft freilich sehr spärlich, bei den Exemplaren jeder Species manchmal in durchaus verschiedener Verbreitung. Klein gegenüber muss ich mit Tornier eine Beschränkung des Stäbchenbesatzes auf einen bestimmten Abschnitt der gewundenen Kanälchen (im engeren Sinn) ableugnen. Die Höhe der Zellen stimmt sehr nahe mit der für die typischen Fälle beim Menschen beobachteten zusammen, sie variiert von  $7-16\ \mu$ , der Epithelrand zeigt überall ein gleiches Niveau. Der Durchmesser der gewundenen Harnkanälchen ist bei den grösseren Thieren ähnlich wie beim Menschen. Eine Flimmbewegung haben weder Klein, obwohl er die Bürstenzellen darnach nennt, noch Tornier, noch ich gesehen.

Bemerkenswerth ist der Umstand, dass wenn der Stäbchensaum, wie das oft der Fall ist, nicht continuirlich das Lumen umgibt, sondern nur streckenweise auftritt, die Härchen nicht über das übrige Niveau des Epithels hervorragen, sondern in dasselbe eingesenkt erscheinen, eine Beobachtung, die ich beim Menschen übrigens auch nicht vermisst habe. Zweitens

erscheinen die Stäbchen oft nicht frei, sondern mit einem End-contour gegen das Lumen hin versehen. Diese beiden Punkte scheinen mir positiv gegen die Ansicht von Tornier zu sprechen, der dem Bürstensaum die Fähigkeit zuschreibt, sich vollständig in den Zellkörper zu retrahiren. Die mir bis jetzt am meisten plausible Erklärung ist die, dass der oberste Theil der Zellen eine ähnliche Stäbchenstructur besitzt, wie der peripherische, aber nicht ohne weiteres durch bestimmte Reagentien, wie letzterer, sichtbar gemacht werden kann, sondern sich nur durch gewisse, vorläufig leider noch sehr unbestimmte vitale Prozesse von der Zwischensubstanz befreit und als Bürstensaum frei in das Lumen hineinragt. Mit dieser Auffassung wäre ganz wohl verträglich, dass der Saum sich unter pathologischen Verhältnissen von der Zelle ablösen kann, um eventuell sich allmählich zu regeneriren, ein Hergang, den man sich bei Annahme einer Continuität zwischen Heidenhain'schen Stäbchen und Bürstenhaaren wohl vorstellen könnte.

In folgenden Sätzen lassen sich die Hauptresultate meiner Arbeit kurz zusammenfassen:

I. Das Epithel der gewundenen Harnkanälchen besitzt beim Menschen (wie bei den Thieren) im normalen Zustande eine ebene, nicht kuppenförmige Oberfläche, welch letztere Vorstellung noch in vielen Lehrbüchern zu finden ist.

II. Die Dicke der Zellen beträgt im Mittel  $9-12\mu$ , der Durchmesser der Harnkanälchen  $70\mu$ ; beide Maasse sind gewissen normalen Schwankungen unterworfen.

III. Die oberste Schicht der Zellen besitzt physiologischerweise die Fähigkeit, sich in einen Bürstensaum umzuwandeln. Die Bürstenhärtchen scheinen als Stäbchen vorgebildet zu sein, die mit den Heidenhain'schen Stäbchen in Continuität stehen.

IV. Die Ausdehnung, in welcher der Bürstenbesatz erscheint, ist ausserordentlichen Schwankungen unterworfen; die Gründe dafür werden durch Berücksichtigung pathologischer Verhältnisse bis jetzt noch nicht hinreichend aufgeklärt.

V. Jede wesentliche Schwellung der Zellen scheint

dem Auftreten des Stäbchensaumes hinderlich zu sein; einfache Trübung und Verfettung der Zellen vertragen sich sehr wohl mit ihm.

Zum Schlusse danke ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Virchow für die Theilnahme und wesentliche Förderung, die er meiner Arbeit hat zukommen lassen. Unter den Herren Assistenten des Institutes, die mir immer mit gütigster Bereitwilligkeit das Material der Sectionen zur Verfügung stellten, bin ich Herrn Dr. Hansemann zu besonderem Danke verpflichtet, da er mir mit hervorragender Liberalität, nachdem ich meine erste Beobachtung gemacht hatte, seine trefflichen Nierenpräparate zur Durchsicht überliess. 54 derselben bilden den Grundstock meines Materials.

---